

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 08-180413

(43) Date of publication of application : 12.07.1996

(51)Int.Cl. G11B 7/00

(21) Application number : 06-316594

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22) Date of filing : 20.12.1994

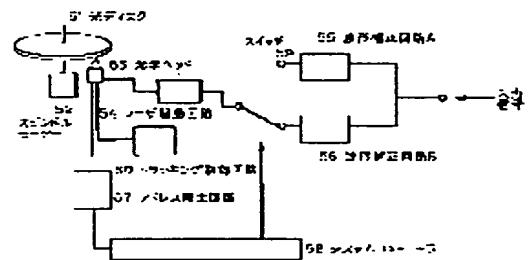
(72)Inventor : SAKAGAMI YOSHITAKA  
ONO EIJI  
AKAHIRA NOBUO

(54) METHOD AND DEVICE FOR RECORDING OPTICAL INFORMATION TO OPTICAL DISK

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve the difference in recording characteristics of a disk in a CAV due to the difference in linear velocity on the inner and outer circumferences by modulating and recording a laser output after an input waveform is corrected in accordance with the zone whereon a laser spot exists, and also changing over the waveform correction.

**CONSTITUTION:** An optical disk 51 is mounted on a spindle motor 52 and rotated at a constant speed. By an optical head provided with a semiconductor laser as the light source, a laser spot is formed on the optical disk 51 by a collimator lens, objective lens, etc. The semiconductor laser is driven by a driving circuit 54, and when the signal is recorded, the input signal is inputted to the laser driving circuit 54 after its waveform is corrected by either a waveform correcting circuit A55 or B56. In the case of recording the signal, the disk 51 is irradiated with the laser spot first, then an address signal arranged beforehand on a signal track is read by an address reproducing circuit 57, and a waveform correcting means is selected by a switch 59 to changeover the waveform correction in accordance with the zone whereon the spot exists.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3277733

[Date of registration] 15.02.2002

**BEST AVAILABLE COPY**

3

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] The recording layer which changes with the exposures of a laser beam etc. between detectable conditions optically is prepared. And it is the record approach of the optical information on the optical disk which has the zone divided into the concentric circular plurality from which a thin film configuration differs in radial [ of a disk ]. The record approach of the optical information characterized by modulating and recording a laser output after amending the input wave recorded to the wave which was able to be decided beforehand, and changing the record amendment approach by said zone when forming a record mark and recording information on said optical disk.

[Claim 2] The record approach of the optical information according to claim 1 which carries out [ that the configuration of a record pulse train changes with said zones where thin film configurations differ when it constitutes the record wave for forming one record mark when changing record mark length and record mark spacing and recording digital information with the edge location of a record mark from a record pulse train which consists of two or more pulses, and ] as the description.

[Claim 3] A record pulse train is the record approach of the optical information according to claim 2 characterized by consisting of a broad top pulse and a consecutive short pulse train, and changing both top pulse width, or both [ one side or ] in a consecutive short pulse train by said zone.

[Claim 4] The record approach of the optical information according to claim 3 characterized by the periphery zone of a disk making (pulse width of consecutive short pulse width / head) larger than an inner circumference zone in two or more pulses of a record wave.

[Claim 5] A record pulse train is the record approach of the optical information according to claim 2 characterized by consisting of a broad top pulse and a consecutive short pulse train, and the width of face of the last edge pulse of a consecutive short pulse train changing with said zones.

[Claim 6] It is the record approach of the optical information according to claim 1 characterized by having two or more concentric circular zones where said optical disk carries out a laminating to the order of the 1st dielectric layer, a recording layer, and the 2nd dielectric layer at least on a substrate, and said recording layer consists of a phase change record ingredient which causes a phase change reversibly between an amorphous phase and a crystal phase by the exposure of a laser beam etc., and thin film

configurations differ in radial [ of a disk ].

[Claim 7] The record approach of the optical information according to claim 1 characterized by the number of two or more zones on the concentric circle from which a thin film configuration differs in radial [ of said optical disk ] being two.

[Claim 8] An optical disk according to claim 1 and the optical system for irradiating the light beam generated from the light source on said optical disk, A means to install said optical disk and to rotate, and a migration means to move the light beam which irradiated on said optical disk in the direction perpendicular to the direction of a track, The tracking control means which controls said migration means so that the light beam which irradiated on said optical disk scans a recording track top, A means to detect which zone of two or more of said zones the current recording track which the light beam which irradiated on said optical disk is scanning is, Two or more wave amendment means for carrying out wave amendment of the pulse shape of the input signal of the record pulse train which consists of two or more pulses for forming one record mark on said optical disk, The optical information recording device characterized by having a means to make carry out laser light modulation of said record pulse train by the pulse train outputted from the means which switches said wave amendment means according to said detected zone, and said wave amendment means, and to record a signal.

[Claim 9] The optical information recording device according to claim 8 characterized by the rotational frequency of an optical disk being fixed.

[Claim 10] The record approach of the optical information according to claim 1 characterized by the periphery zone of a disk lengthening record wave-copy level die length for forming the record mark of the same die length when changing record mark length and record mark spacing and recording digital information with the edge location of a record mark.

[Claim 11] The recording layer which changes with the exposures of a laser beam etc. between detectable conditions optically is prepared. And it is the record approach of the optical information on the optical disk which has the zone divided into the concentric circular plurality from which a thin film configuration differs in radial [ of a disk ]. When forming a record mark and recording information on said optical disk, a laser output is modulated and recorded after amending the input wave recorded to the wave which was able to be decided beforehand. And the record approach of the optical information characterized by changing the record amendment approach with the relative velocity of a laser spot and a disk.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

#### [0001]

[Industrial Application] This invention relates to the record approach of the optical disk which uses optical means, such as a laser beam, records information on a high speed and high density, and is played, and its recording device.

#### [0002]

[Description of the Prior Art] The technique of performing playback or record of high-density information using a laser beam is well-known, and is mainly put in practical use as an optical disk.

[0003] An optical disk can be divided roughly into the mold only for playbacks, a postscript mold, and an erasable type. The postscript mold as a compact disk or a laser disc and the erasable type are put in practical use for the mold only for playbacks as a text file, a data file, etc. There are mainly optical MAG and a phase change mold in an erasable optical disk. As for a phase-change optical disk, a recording layer uses causing a change of state reversibly between crystals (or between the crystals of further different structure from a crystal) by the exposure of a laser beam, as it is amorphous. This detects that record by any one changing with laser beam exposures at least among the refractive index of a thin film, or an extinction coefficient, the amplitude of the transmitted light or the reflected light changes in this part, and the amount of transmitted lights or the amount of reflected lights which results in a detection system as a result changes, and reproduces a signal. As an ingredient which causes a change of state between crystals as it is amorphous, alloys, such as Te, Se, In, and Sb, are mainly used.

[0004] 1 beam over-writing can be used for rewriting of a record mark in a phase-change optical disk. By modulating laser power between a recording level and elimination level with a record signal as 1 beam over-writing, and irradiating on a signal track, it is the approach of recording a new signal, eliminating the old signal already recorded. or [ that the original condition of the field irradiated by the recording level is amorphous ] -- or [ crystal ] -- irrespective of -- an over-write [ since it is cooled after melting, it becomes amorphous, in order to carry out the temperature up of the field irradiated on elimination level beyond crystallization temperature, it crystallizes irrespective of the original condition, and / a new signal ].

[0005] Moreover, the record approach which constitutes the record wave for forming one

record mark from a record pulse train which consists of two or more pulses (following multi-pulse record) is proposed (for example, Japanese Patent Application No. No. 323369 [ one to ]).

[0006] By the way, in the record regenerative apparatus of an optical disk, the rotary system of an optical disk is divided roughly and there are two. They are the approach (henceforth, CLV) of rotating a disk so that linear velocity may become the same by the inside-and-outside periphery of a disk, and a method (henceforth, CAV) of rotating a disk with a fixed angular velocity. For example, since changing a disk engine speed takes time amount when high-speed access is needed like the data file used for the external memory for computers etc., CAV is used, and the linear velocity of the hoop direction of a disk becomes it is quick and slow on a periphery in this case at inner circumference.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order to acquire good record reproducing characteristics in the optical disk using a rewritable phase change ingredient when irradiating light with semiconductor laser with an optical disk unit and producing physical condition change for example, it is indispensable for it to be stabilized and to form an amorphous record mark and to realize sufficient rate of elimination. However, in CAV mode, on a periphery with a large linear velocity, the decline in the rate of elimination started, the record mark of sufficient magnitude could not be formed or there was a case where mark distortion arose in inner circumference with a conversely small linear velocity. The field by which melting was carried out since it becomes inadequate crystallizing this, it was erased and produced the remainder since the time amount to which a laser spot passes one on a signal track becomes short like a periphery, and pass time became conversely long as for inner circumference is because it recrystallizes since the cooling rate is small, and it is not fully made amorphous. It erased the account of a top, and both the remainder, mark distortion, etc. became distortion of a playback wave, and a noise, and caused a playback jitter. As an approach of solving this trouble, we propose the disk which prepared the zone where the thin film configurations in radial [ such as performing thick-film-izing of the reflecting layer in an inner circumference zone, thin-film-izing of a recording layer, and thin film-ization of a reflecting layer side dielectric layer from the periphery zone which makes a crystallization rate quicker than inner circumference in a periphery zone, ] differ. However, in order to plan expansion and stability of the margin of record playback more, it is necessary to aim at the further playback jitter fall.

[0008] This invention solves the above-mentioned trouble and it aims at offering the

record approach of realizing it being stabilized and forming an amorphous record mark on the whole inside-and-outside periphery surface of a disk in CAV mode.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In two or more zones where disk radial thin film configurations differ, the record approach of this invention for attaining the above-mentioned purpose modulates and records a laser output, after amending the input wave recorded to the wave which was able to be decided beforehand.

[0010] Moreover, as equipment which realizes said record approach, it detects in which zone a laser spot is located, and the recording device which switches said record wave amendment according to a zone is proposed.

[0011]

[Function] By optimizing a record wave according to a zone, little record of mark distortion is attained from inner circumference to a periphery.

[0012]

[Example] Hereafter, this invention is explained using a drawing.

[0013] First, the concrete configuration of a record wave adopted by this example is shown in drawing 1. (a) is an example of an input wave of an EFM (Eight to Fourteen Modulation) signal. Eight-to-fourteen modulation modulates data with the combination of the signal of nine kinds of die length between 3T and 11T, and T here is a clock. (b) is the record wave B in the case of recording the input wave of (a), and deletes 1.5T of head parts at a time by each input wave from the input wave of (a). (c) is the record wave C in the case of recording the input wave of (a), and deletes 1.75T of head parts at a time by each input wave from the input wave of (a). (d) is the multi-pulse record wave D in the case of recording the input wave of (a), and both the width of face and spacing of 1.5T and a consecutiveness pulse of the width of face of the head pulse in a short pulse train are 0.5T. (e) is the record wave E which made head pulse width in a short pulse train the same with 1.5T, and made consecutiveness pulse width larger than said record wave D with 0.75T. (f) is the record wave F which made only the pulse of the backmost part in a consecutiveness pulse train larger than said record wave D with 0.75T.

[0014] The structure of the disk which was with drawing 2 and was used by this example is explained. A dielectric layer, a recording layer, and reflecting layers are approaches, such as vacuum deposition or sputtering, and are formed on a transparency substrate. On a substrate 21, the 1st dielectric 22, a recording layer 23, the 2nd dielectric layer 24, and a reflecting layer 25 are formed one by one. Furthermore, the stuck transparent protective layer 26 is formed on it. In addition, although it is 2 zone structures of the disk radial inner circumference zone 27 and the periphery zone 28 in

drawing 2 , an optical disk in case a zone is three or more can also be created. Moreover, there is also an optical disk of structure without a reflecting layer 25 or a protective layer 26. Incidence of the laser light which performs record and playback is carried out from a substrate 21 side.

[0015] Glass, a quartz, a polycarbonate, or polymethylmethacrylate can be used for the quality of the material of a substrate 21. Moreover, a substrate may have the groove unevenness for a tracking guide in a front face also with a smooth plate.

[0016] As a protective layer 26, resin is melted to a solvent, and spreading, the dry thing, the thing that pasted up the resin plate with adhesives can be used.

[0017] The chalcogen alloy which carries out the phase change between amorphous and a crystal as a recording layer ingredient used for a recording layer 23 receives, and a \*\*\*\*\* cage, for example, a SbTe system, a GeSbTe system, a GeSbTeSe system, a GeSbTePd system, a TeGeSnAu system, an AgSbTe system, a GeTe system, a GaSb system, an InSe system, an InSb system, an InSbTe system, an InSbSe system, an InSbTeAg system, etc. can be used.

[0018] When GeSbTe is used as a recording layer ingredient, it is  $x$ GeTe+(1- $x$ ) Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>+ $y$ Sb especially. (0<  $x$ <=1,  $y$ >=0) The thing of the presentation to fulfill is suitable as an ingredient of an erasable phase-change optical disk. this -- being related -- Japanese journal OBU applied physics 26 (1987) -- it is indicated by the 66th page (Japanese Journal of Applied Physics, Vol.26 (1987) 61-66) from the 61st page.

[0019] As dielectric layers 22 and 24, such mixture, such as SiO<sub>2</sub>, SiO, TiO<sub>2</sub>, MgO, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, GeO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, BN, AlN, SiC and ZnS, ZnSe, ZnTe, and PbS, can be used.

[0020] The ingredients which used metallic materials, such as Au, aluminum, Cu, Cr, nickel, and Ti, as the principal component as a reflecting layer 25 or such mixture, dielectric multilayers with the big reflection factor in further predetermined wavelength, etc. can be used.

[0021] The description of the disk using the record approach of the invention in this application is for thin film configurations to differ in the zone of an inside-and-outside periphery. For example, it is the disk which made the crystallization rate quicker than inner circumference in the periphery zone. When rotating an optical disk in CAV mode, on the periphery with a large linear velocity, the record mark of sufficient magnitude could not be formed, or the decline in the rate of elimination started, mark distortion may arise in inner circumference with a conversely small linear velocity, and it had become the cause of a playback jitter. However, when a periphery enlarged the crystallization rate of a recording layer, the rate of elimination in an inside-and-outside

periphery was able to be made almost equivalent. In order to have changed the crystallization rate, the amount of Sb(s) was changed in the GeSbTe system recording layer, or it was possible by adding the 4th element further. For example,  $x$ GeTe+(1- $x$ ) Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> (0<  $x$ <=1) A crystallization rate will become slow if Sb is further added to the presentation expressed. Furthermore, even if it adds Ag, Cu, Co, Tl, Pd, Au, Bi, Se, Sn, Pt, and nickel in the 3 yuan system of GeSbTe, a crystallization rate is made late. Furthermore, thick-film-izing of a reflecting layer, thin-film-izing of a recording layer, and thin film-ization of a reflecting layer side dielectric layer could raise the cooling rate of a recording layer, could form the good amorphous mark in inner circumference as a result, and that of a jitter were completed small.

[0022] At the invention in this application, to these disks, in two or more zones, a record laser light wave form is amended for the record wave for forming one record mark for every zone of the, and mark distortion is characterized by enabling fewer record from inner circumference to a periphery by proposing the recording device which switches the record wave amendment according to a zone.

[0023] Hereafter, this invention is further explained to a detail with a concrete example. (Example 1) every zone of the disk which optimized reflecting layer thickness to CAV mode by the inside-and-outside periphery -- a record wave -- the record wave of drawing 1 -- when it changes with B and C, the case where single pulse length is changed is explained. The structure of the disk is shown in drawing 7. The substrate with the phi130mm truck for the signal record made from a polycarbonate was used for the disk into which reflecting layer thickness was changed in the inside-and-outside periphery zone. In this disk, the radius of 22mm or more less than 40mm was made into the inner circumference zone, and the radius of 40mm or more 58mm or less was made into the periphery zone. The ZnS-SiO<sub>2</sub> mixing film was formed by 1300A sputtering in thickness as the 1st dielectric layer on said substrate. The recording layer presentation was made into germanium21.6Sb24.3Te54.1; (2 GeTe+Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>+0.25Sb), and formed the ZnS-SiO<sub>2</sub> mixing film for the recording layer 200A in thickness as 250A and the 2nd dielectric layer. A reflecting layer is aluminum film first 1250A After forming; only the inner circumference section as shown in drawing 3 formed membranes by 750A sputtering in aluminum film in the inner circumference section using the mask 31 with which the hole has opened. That is, each reflecting layer thickness in a periphery zone and an inner circumference zone could be 1250A and 2000A. And the protective layer of a polycarbonate was prepared on it.

[0024] Moreover, what is necessary is to use the mask 31 for inner circumference section spatters of drawing 3, or the mask 41 for periphery section spatters of drawing 4, and

just to control and form thickness, when carrying out sputtering of the layer which changes thickness in producing the disk into which dielectric thickness and record thickness were changed in the inside-and-outside periphery zone. Moreover, what is necessary is just to use said masks 31 and 41, also when producing the disk into which the recording layer presentation was changed in the inside-and-outside periphery zone.

[0025] The evaluation conditions of the above-mentioned optical disk NA of the objective lens of an optical head which the wavelength of laser light uses for 780nm and record playback of a recording apparatus 0.55, disk rotational frequency 1000rpm, Clock T was changed and it recorded 100 times by 1 beam over-writing so that the shortest mark length might always be set to 0.90 micrometers in an EFM signal, and jitter value:sigma/Tw (%) of the zero crossing point of 3T regenerative signal was measured in radii 23, 30, 37, and 43 and the location of 50 or 57mm. sigma is the standard deviation of a jitter and Tw is the window width of a detection system here. Each linear velocity in said radius is about 2.4, 3.1, 3.9 and 4.5, and 5.2 or 6.0m/s from an inner circumference side. About each disk and each zone, record of a signal set up the power of the median of the power margin in which the rate of elimination exceeds -20dB, when the single frequency from which record mark length is set to 0.9 micrometers was recorded, and the record power with which C/N is saturated, and its signal were eliminated.

[0026] Here, the optical disk unit of this invention is explained using drawing 5 . An optical disk 51 is attached in a spindle motor 52, and is rotating at the fixed rotational frequency. The optical head 53 makes semiconductor laser the light source, and forms a laser spot on an optical disk with a collimator lens, an objective lens, etc. Although semiconductor laser is driven by the laser drive circuit 54, when recording a signal, an input signal is inputted into the laser drive circuit 54 after wave amendment is carried out by either circuit of the wave amendment circuit A55 and the wave amendment circuit B56.

[0027] When recording a signal, this equipment deciphers the address signal which irradiated the laser spot on the optical disk 51 first, and was beforehand prepared in the signal track in the address regenerative circuit 57, and chooses a wave amendment means with a switch 59.

[0028] The relation of each radius and jitter by the record wave of \*\*\*\*\* is shown in (Table 1).

[0029]

[Table 1]

[0030] Since it is filled with heat in the inner circumference section from (Table 1) when it is with the record wave B, a good record mark is not formed but the jitter is getting very worse. On the other hand, in the periphery section, laser power was proper compared with the inner circumference section, and was a jitter value better than the inner circumference section.

[0031] Since a hot saw is also smaller than the case where \*\* is the record wave B and mark distortion is also small in the inner circumference section when it is with the record wave C, it is better than the case where a jitter is the record wave B. On the other hand, in the periphery section, since laser power runs short and the record mark symmetrical with order is not formed from the case of the record wave B, the jitter value is getting worse.

[0032] On the other hand, when the record wave C is used by the inner circumference by the invention in this application and the record wave B is used on a periphery, since the record wave is improved in each zone as mentioned above, a comparatively good record mark can be formed and a jitter value becomes small.

[0033] Small record of a jitter is attained all over a disk by amending a record wave for every zone as mentioned above.

[0034] In addition, although two wave amendment circuits were used as a wave amendment means in this example, two or more amendment means of a further different class may be used.

[0035] (Example 2) The case where the head pulse width of the record wave D of drawing 1 is changed is explained the whole zone of the disk which optimized reflecting layer thickness to CAV mode by the inside-and-outside periphery.

[0036] The disk used the same thing as an example 1. The record wave used by this example is the following two kinds. That is, only when the record wave D of drawing 1 and record mark spacing (an input wave is spacing of 0) are 3T, only about the head pulse of the multi-pulse for forming the record mark which comes to the degree, 0.25T, it deletes, and when record mark spacing is 4T-11T, they are the record wave D and the record wave D 2 of being the same.

[0037] The relation of each radius and jitter by the record wave of \*\*\*\*\* is shown in (Table 2).

[0038]

[Table 2]

[0039] When it is with the record wave D from (Table 2), when record mark spacing is

small, a distortion jitter worsens [ a record mark ] by heat interference from the record mark before one in the inner circumference section. On the other hand, in the periphery section, laser power is suitable and it becomes a good jitter value from the inner circumference section.

[0040] When it is with the record wave D 2, the heat interference from the record mark before one is controlled in the inner circumference section, and since mark distortion is also small, a jitter is stopped. On the other hand, in the periphery section, since heat interference is small from the first, from the case where it is the record wave D, laser power is insufficient, the mark configuration is distorted, and the jitter value is getting worse.

[0041] On the other hand, when the record wave D 2 is used by the inner circumference by the invention in this application and the record wave D is used on a periphery, since the record wave is the optimal in each zone as mentioned above, a good record mark can be formed and a jitter value becomes small.

[0042] Small record of a jitter is attained all over a disk by amending a record wave for every zone as mentioned above.

[0043] In addition, although two wave amendment circuits were used as a wave amendment means in this example, two or more amendment means of a further different class may be used.

[0044] (Example 3) The case where multi-pulse shape is changed is explained the whole zone of the disk which optimized the recording layer presentation to CAV mode by the inside-and-outside periphery.

[0045] The creation approach of a disk is the same as an example 1. A recording layer presentation is made into germanium22.2Sb22.2Te55.6; (2 GeTe+Sb2Te3) in a periphery zone, and is made into germanium21.1Sb26.3Te52.6; (2 GeTe+Sb2Te3+0.5Sb) in an inner circumference zone, and the thickness of other layers and a presentation are the same as an example 1.

[0046] The relation of each radius and jitter in multi-pulse-shape record of \*\*\*\*\* is shown in (Table 3).

[0047]

[Table 3]

[0048] When it is with the record wave D, since laser power is suitable, in the inner circumference section, a good jitter is obtained from (Table 3). On the other hand, in the periphery section, it becomes the jitter value which distortion that a posterior part is

thin compared with the anterior part of a mark arises since laser power ran short by the short pulse train of consecutiveness of the record wave D, therefore is inferior to the inner circumference section for a while.

[0049] When it is with the record wave E, since it is larger than the case where \*\* of a hot saw is the record wave D, the mark is getting worse than the case where a distortion jitter is the record wave D, in the inner circumference section. On the other hand, in the periphery section, from the case of the record wave D, lack of laser power is improved, a record mark symmetrical with order is formed, and the jitter value is small further.

[0050] On the other hand, when the record wave D is used by the inner circumference by the invention in this application and the record wave E is used on a periphery, since the record wave is the optimal in each zone as mentioned above, a good record mark can be formed and a jitter value becomes small.

[0051] Small record of a jitter is attained all over a disk by amending a record wave for every zone as mentioned above.

[0052] In addition, although two wave amendment circuits were used as a wave amendment means in this example, two or more amendment means of a further different class may be used.

[0053] In addition, at this example, it is  $x\text{GeTe} + (1-x)\text{Sb}_2\text{Te}_3 + y\text{Sb}$ . ( $y >= 0$ ) Although it set and only the case of  $x=2/3$  was shown, the jitter value with a multi-pulse better than the case where it is the same at an inside-and-outside periphery was acquired about the recording layer presentation with which  $x=1/2$  are filled because the disk with which the periphery zone made the crystallization rate quick also changes multi-pulse shape.

[0054] (Example 4) The case where a multi-pulse is changed for every zone of the disk with which the recording layer filled  $x\text{GeTe} + (1-x)\text{Sb}_2\text{Te}_3 + y\text{Ag}$  ( $x=2/3$ ,  $y >= 0$ ), and optimized the value of y to CAV mode in the inside-and-outside periphery zone of a disk is explained.

[0055] The creation approach of a disk is the same as an example 1. A recording layer presentation is made into germanium22.2Sb22.2Te55.6; (2 GeTe+Sb2Te3) in a periphery zone, and is made into germanium21.1Sb21.1Te52.6Ag5.2; (2 GeTe+Sb2Te3+0.5Ag) in an inner circumference zone, and the thickness of other layers and a presentation are the same as an example 1.

[0056] The relation of each radius and jitter in record with the multi-pulse shape of \*\*\*\*\* is shown in (Table 4).

[0057]

[Table 4]

[0058] When the record wave D is used, the jitter also with the good periphery section is obtained from (Table 4). However, when it is with the record wave E, in the periphery section, from the case of the record wave D, lack of laser power is improved, a record mark symmetrical with order is formed, and the jitter value is small further. On the other hand, in the inner circumference section, since a hot saw is also larger than the case where \*\* is the record wave D, the mark is getting [ the distortion jitter ] somewhat worse.

[0059] When the record wave D is used by the inner circumference by the invention in this application and the record wave E is used on a periphery, since the record wave is the optimal in each zone as mentioned above, a good record mark can be formed and a jitter value becomes small.

[0060] Small record of a jitter is attained all over a disk by amending a record wave for every zone as mentioned above.

[0061] Moreover, also when a periphery zone added more Cu, Co, Tl, Pd, Au, Bi, Se, Sn, Pt(s), and nickel to a recording layer other than Ag, the same result as this example was obtained.

[0062] (Example 5) The case where multi-pulse shape is changed the whole zone of the disk which optimized the reflective thickness in a periphery zone to CAV mode is explained inside.

[0063] The method of producing a disk is as the example 1 having explained. The structure of the disk used by this example is shown in drawing 7 . 2000A and reflecting layer thickness in a periphery were made into 1250A for the reflecting layer thickness in inner circumference. The recording layer presentation was made into germanium21.6Sb24.3Te54.1; (2 GeTe+Sb2Te3+0.25Sb), and the film configuration of the layer of thickness and others made it the same as an example 1.

[0064] The relation of each radius and jitter in record with the multi-pulse shape of \*\*\*\*\* is shown in (Table 5).

[0065]

[Table 5]

[0066] When it is with the record wave D, in the inner circumference section, a good jitter is obtained from (Table 5). On the other hand, in the periphery section, it was the jitter value which distortion that a posterior part is thin compared with the anterior part of a mark arises since laser power ran short by the short pulse train of

consecutiveness of the record wave D, therefore is inferior to the inner circumference section for a while.

[0067] Since a hot saw is also larger than the case where \*\* is the record wave D, in the inner circumference section when it is with the record wave E, the mark is getting [ the distortion jitter ] somewhat worse. On the other hand, in the periphery section, from the case of the record wave D, lack of laser power has been improved, the record mark symmetrical with order was formed, and the jitter value became small further.

[0068] On the other hand, when the record wave D is used by the inner circumference by the invention in this application and the record wave E is used on a periphery, since the record wave is the optimal in each zone as mentioned above, a good record mark can be formed and a jitter value becomes small.

[0069] Small record of a jitter is attained all over a disk by amending a record wave for every zone as mentioned above.

[0070] (Example 6) The case where multi-pulse shape is changed the whole zone of the disk which optimized the 2nd dielectric thickness in a periphery zone to CAV mode is explained inside.

[0071] The method of producing a disk is as the example 1 having explained. The structure of the disk used by this example is shown in drawing 8 . 170A and 2nd dielectric thickness in a periphery were made into 230A for the 2nd dielectric thickness in inner circumference. The recording layer presentation was made into germanium21.6Sb24.3Te54.1; (2 GeTe+Sb2Te3+0.25Sb), and the film configuration of the layer of thickness and others made it the same as an example 1.

[0072] The relation of each radius and jitter in record with the multi-pulse shape of \*\*\*\*\* is shown in (Table 6).

[0073]

[Table 6]

[0074] When it is with the record wave D, in the inner circumference section, a good jitter is obtained from (Table 6). On the other hand, in the periphery section, it was the jitter value which distortion that a posterior part is thin compared with the anterior part of a mark arises since laser power ran short by the short pulse train of consecutiveness of the record wave D, therefore is inferior to the inner circumference section for a while.

[0075] Since a hot saw is also larger than the case where \*\* is the record wave D, in the inner circumference section when it is with the record wave E, the mark is getting [ the

distortion jitter] somewhat worse. On the other hand, in the periphery section, from the case of the record wave D, lack of laser power has been improved, the record mark symmetrical with order was formed, and the jitter value became small further.

[0076] On the other hand, when the record wave D is used by the inner circumference by the invention in this application and the record wave E is used on a periphery, since the record wave is the optimal in each zone as mentioned above, a good record mark can be formed and a jitter value becomes small.

[0077] Small record of a jitter is attained all over a disk by amending a record wave for every zone as mentioned above.

[0078] (Example 7) The case where multi-pulse shape is changed the whole zone of the disk which optimized the record thickness in a periphery zone to CAV mode is explained inside.

[0079] The method of producing a disk is as the example 1 having explained. The structure of the disk used by this example is shown in drawing 10. 200A and reflecting layer thickness in a periphery were made into 300A for the record thickness in inner circumference. The recording layer presentation was made into germanium21.6Sb24.3Te54.1; (2 GeTe+Sb2Te3+0.25Sb), and the film configuration of the layer of thickness and others made it the same as an example 1.

[0080] The relation of each radius and jitter in record with the multi-pulse shape of \*\*\*\*\* is shown in (Table 7).

[0081]

[Table 7]

[0082] When it is with the record wave D, in the inner circumference section, a good jitter is obtained from (Table 7). On the other hand, in the periphery section, it was the jitter value which distortion that a posterior part is thin compared with the anterior part of a mark arises since laser power ran short by the short pulse train of consecutiveness of the record wave D, therefore is inferior to the inner circumference section for a while.

[0083] Since a hot saw is also larger than the case where \*\* is the record wave D, in the inner circumference section when it is with the record wave E, the mark is getting [ the distortion jitter] somewhat worse. On the other hand, in the periphery section, from the case of the record wave D, lack of laser power has been improved, the record mark symmetrical with order was formed, and the jitter value became small further.

[0084] On the other hand, when the record wave D is used by the inner circumference by

the invention in this application and the record wave E is used on a periphery, since the record wave is the optimal in each zone as mentioned above, a good record mark can be formed and a jitter value becomes small.

[0085] Small record of a jitter is attained all over a disk by amending a record wave for every zone as mentioned above.

[0086] (Example 8) The case where only the pulse width at the tail end of a consecutiveness pulse train is changed is explained the whole zone of the disk which optimized reflecting layer thickness to CAV mode by the inside-and-outside periphery.

[0087] The disk used the same thing as an example 1. The record wave used by this example is the record wave D and the record wave E of drawing 1.

[0088] The relation of each radius and jitter by the record wave of \*\*\*\*\* is shown in (Table 8).

[0089]

[Table 8]

[0090] When it is with the record wave D, in the inner circumference section, a good jitter is obtained from (Table 8). On the other hand, in the periphery section, it was the jitter value which distortion that a posterior part is thin compared with the anterior part of a mark arises since laser power ran short by the short pulse train of consecutiveness of the record wave D, therefore is inferior to the inner circumference section for a while.

[0091] Since a hot saw is also larger than the case where \*\* is the record wave D, in the inner circumference section when it is with the record wave F, the mark is getting [ the distortion jitter ] somewhat worse. On the other hand, in the periphery section, from the case of the record wave D, lack of laser power has been improved, the record mark symmetrical with order was formed, and the jitter value became small further.

[0092] On the other hand, when the record wave D is used by the inner circumference by the invention in this application and the record wave F is used on a periphery, since the record wave is the optimal in each zone as mentioned above, a good record mark can be formed and a jitter value becomes small.

[0093] Small record of a jitter is attained all over a disk by amending a record wave for every zone as mentioned above.

[0094] In addition, although two wave amendment circuits were used as a wave amendment means in this example, two or more amendment means of a further different class may be used.

[0095]

[Effect of the Invention] As mentioned above, also by changing a multi-pulse record wave for every zone, mark distortion can be controlled and a good playback jitter property is acquired.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] (a) is drawing of a digital signal wave to record.

(b) is drawing of the single pulse record wave B.

(c) is drawing of the single pulse record wave C.

(d) is drawing of the multi-pulse record wave D.

(e) is drawing of the multi-pulse record wave E.

(f) is drawing of the multi-pulse record wave F.

[Drawing 2] Structural drawing of the typical optical disk of this invention

[Drawing 3] Drawing of the manufacturing installation of the optical disk of this invention

[Drawing 4] Drawing of the manufacturing installation of the optical disk of this invention

[Drawing 5] The explanatory view of the recording device of this invention

[Drawing 6] Structural drawing of the optical disk in the 1st example of this invention

[Drawing 7] Structural drawing of the optical disk in the 3rd example of this invention

[Drawing 8] Structural drawing of the optical disk in the 4th example of this invention

[Drawing 9] Structural drawing of the optical disk in the 5th example of this invention

[Description of Notations]

21 Substrate

22 1st Dielectric Layer

23 Recording Layer

24 2nd Dielectric Layer

25 Reflecting Layer

26 Protective Layer

27 Inner Circumference Zone

28 Periphery Zone

31 Mask for Inner Circumference Section Spatters

32 Target 1

41 Mask for Periphery Section Spatters

42 Target 2  
51 Optical Disk  
52 Spindle Motor  
53 Optical Head  
54 Laser Drive Circuit  
55 Wave Amendment Circuit A  
56 Wave Amendment Circuit B  
57 Address Regenerative Circuit  
58 System Controller  
59 Switch  
60 Tracking Control Circuit  
61 Recording Layer 2  
71 Recording Layer 3

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-180413

(43)公開日 平成8年(1996)7月12日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 11 B 7/00

識別記号

府内整理番号

L 9464-5D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平6-316594

(22)出願日 平成6年(1994)12月20日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 坂上 嘉孝

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 大野 錠二

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 赤平 信夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 小鍛治 明 (外2名)

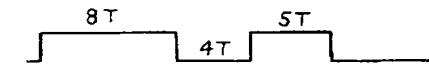
(54)【発明の名称】光ディスクへの光学的情報の記録方法および記録装置

(57)【要約】

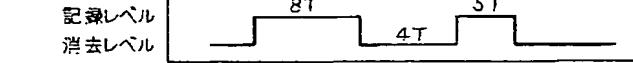
【目的】角速度一定(CAV)におけるディスクの内外周での線速度の差による記録特性の差を改善する。

【構成】ディスク半径方向の薄膜構成が異なる複数のゾーン、あるいは記録層の組成が異なる複数のゾーンにおいて、そのゾーン毎に記録マルチパルス波形を内周ゾーンより外周ゾーンで(後続の短パルス巾/先頭パルス巾)が大きくなるマルチパルス波形にする。

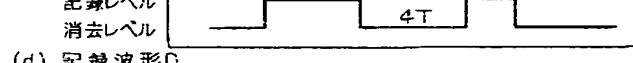
(a) 入力波形



(b) 記録波形B



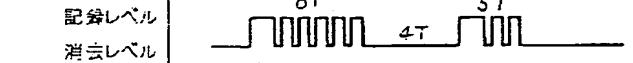
(c) 記録波形C



(d) 記録波形D



(e) 記録波形E



(f) 記録波形F



記録レベル

記録レベル

消去レベル

記録レベル

消去レベル

記録レベル

消去レベル

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】レーザー光線等の照射によって光学的に検出可能な状態間で変化する記録層を設け、かつディスクの半径方向に薄膜構成が異なる同心円状の複数に分かれたゾーンを有する光ディスクへの光学的情報の記録方法であって、前記光ディスク上に記録マークを形成して情報を記録する場合、記録される入力波形をあらかじめ決められた波形に補正した後レーザー出力を変調して記録し、かつ前記ゾーンによって記録補正方法を変えることを特徴とする光学的情報の記録方法。

【請求項 2】記録マーク長および記録マーク間隔を変化させて記録マークのエッジ位置によりデジタル情報を記録する場合に、一つの記録マークを形成するための記録波形を複数のパルスからなる記録パルス列で構成する場合に薄膜構成が異なる前記ゾーンによって記録パルス列の形状が異なることを特徴とする請求項 1 記載の光学的情報の記録方法。

【請求項 3】記録パルス列は先頭の幅広いパルスと後続の短パルス列からなり、前記ゾーンによって先頭のパルス幅もしくは後続の短パルス列中のパルス幅の一方もしくは両方を変えることを特徴とする請求項 2 記載の光学的情報の記録方法。

【請求項 4】記録波形の複数のパルスにおいて、ディスクの外周ゾーンほど内周ゾーンより（後続の短パルス幅／先頭のパルス幅）を大きくすることを特徴とする請求項 3 記載の光学的情報の記録方法。

【請求項 5】記録パルス列は先頭の幅広いパルスと後続の短パルス列からなり、前記ゾーンによって後続の短パルス列の最後端パルスの幅が異なることを特徴とする請求項 2 記載の光学的情報の記録方法。

【請求項 6】前記光ディスクが、基板上に、少なくとも第 1 の誘電体層、記録層、第 2 の誘電体層の順に積層したものであり、前記記録層はレーザ光線等の照射によってアモルファス相と結晶相間で可逆的に相変化を起こす相変化記録材料からなり、かつディスクの半径方向に薄膜構成が異なる同心円状の複数のゾーンを有することを特徴とする請求項 1 記載の光学的情報の記録方法。

【請求項 7】前記光ディスクの半径方向に薄膜構成が異なる同心円上の複数のゾーンが 2 つであることを特徴とする請求項 1 記載の光学的情報の記録方法。

【請求項 8】請求項 1 に記載の光ディスクと、光源より発生した光ビームを前記光ディスク上に照射するための光学系と、

前記光ディスクを設置して回転する手段と、前記光ディスク上に照射した光ビームをトラック方向と垂直な方向に移動させる移送手段と、

前記光ディスク上に照射した光ビームが記録トラック上を走査するように前記移送手段を制御するトラッキング制御手段と、

前記光ディスク上に照射した光ビームが走査している現

在の記録トラックが前記複数のゾーンのどのゾーンであるかを検出する手段と、

前記光ディスク上に一つの記録マークを形成するための複数のパルスからなる記録パルス列の入力信号のパルス波形を波形補正するための複数の波形補正手段と、

前記記録パルス列を前記検出されたゾーンに応じて前記波形補正手段を切り換える手段と、

前記波形補正手段から出力されたパルス列によりレーザー光変調させて信号を記録する手段とを有することを特徴とする光学的情報記録装置。

【請求項 9】光ディスクの回転数が一定であることを特徴とする請求項 8 記載の光学的情報記録装置。

【請求項 10】記録マーク長および記録マーク間隔を変化させて記録マークのエッジ位置によりデジタル情報を記録する場合に、同じ長さの記録マークを形成するための記録波形の記録レベル長さをディスクの外周ゾーンほど長くすることを特徴とする請求項 1 記載の光学的情報の記録方法。

【請求項 11】レーザー光線等の照射によって光学的に検出可能な状態間で変化する記録層を設け、かつディスクの半径方向に薄膜構成が異なる同心円状の複数に分かれたゾーンを有する光ディスクへの光学的情報の記録方法であって、前記光ディスク上に記録マークを形成して情報を記録する場合、記録される入力波形をあらかじめ決められた波形に補正した後レーザー出力を変調して記録し、かつレーザースポットとディスクとの相対速度によって記録補正方法を変えることを特徴とする光学的情報の記録方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レーザー光線等の光学的手段を用いて情報を高速かつ高密度に記録、再生する光ディスクの記録方法及びその記録装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】レーザー光線を利用して高密度な情報の再生あるいは記録を行う技術は公知であり、おもに光ディスクとして実用化されている。

【0003】光ディスクは再生専用型、追記型、書き換え型に大別することができる。再生専用型はコンパクトディスクやレーザーディスクとして、また追記型や書き換え型は文書ファイル、データファイル等として実用化されている。書き換え型光ディスクの中にはおもに光磁気と相変化型がある。相変化光ディスクは記録層がレーザ光線の照射によってアモルファスと結晶間（あるいは結晶とさらに異なる構造の結晶間）で可逆的に状態変化を起こすことを利用する。これは、レーザ光照射により薄膜の屈折率あるいは消衰係数のうち少なくともいづれか一つが変化して記録を行い、この部分で透過光あるいは反射光の振幅が変化し、その結果検出系に至る透過

光量あるいは反射光量が変化することを検出して信号を再生する。アモルファスと結晶間で状態変化を起こす材料としてはT.e、S.e、I.n、S.b等の合金が主に用いられている。

【0004】相変化光ディスクでは記録マークの書き換えに1ビームオーバーライトを用いることができる。1ビームオーバーライトとは記録信号によりレーザーパワーを記録レベルと消去レベルの間で変調して信号トラック上に照射することにより、既に記録されている古い信号を消去しながら新しい信号を記録する方法である。記録レベルで照射された領域は元の状態がアモルファスか結晶かにかかわらず溶融後冷却されるためアモルファスとなり、消去レベルで照射された領域は結晶化温度以上に昇温するため元の状態にかかわらず結晶化して、新しい信号がオーバーライトされる。

【0005】また、一つの記録マークを形成するための記録波形を複数のパルスからなる記録パルス列で構成（以下マルチパルス記録）する記録方法が提案されている（例えば、特願平1-323369号）。

【0006】ところで、光ディスクの記録再生装置では光ディスクの回転方式は大別して2つある。ディスクの内外周で線速度が同じになるようにディスクを回転させる方法（以下CLV）と、ディスクを一定の角速度で回転させる方法（以下CAV）である。例えば、コンピューター用の外部メモリ等に用いられるデータファイルの様に高速なアクセスが必要とされる場合にはディスク回転数を変えるには時間がかかるためCAVが使用されており、この場合、ディスクの周方向の線速度が外周で速く内周で遅くなる。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】光ディスク装置で半導体レーザーにより光を照射して物理的状態変化を生じさせる場合、例えば書き換え可能な相変化材料を用いた光ディスクにおいて良好な記録再生特性を得るには、アモルファスの記録マークを安定して形成することと、充分な消去率を実現することが不可欠である。しかしながら、CAVモードでは線速度の大きい外周では消去率の低下がおこり、逆に線速度の小さい内周で充分な大きさの記録マークが形成できなかつたりあるいはマーク歪が生じる場合があった。これは外周ほどレーザースポットが信号トラック上の一点を通過する時間が短くなるため結晶化が不充分となり消し残りを生じ、逆に内周ほど通過時間が長くなるため溶融された領域は冷却速度が小さいために再結晶化してしまい充分にアモルファス化されないためである。上記消し残りやマーク歪等は共に再生波形の歪やノイズになって再生ジッタの原因となっていた。この問題点を解決する方法として、我々は、内周より外周ゾーンにおいて結晶化速度を速くする、外周ゾーンより内周ゾーンにおける反射層の薄膜化、記録層の薄膜化および反射層側誘電体層の薄膜化をおこなう等の半

径方向における薄膜構成の異なるゾーンを設けたディスクを提案する。しかし、より記録再生のマージンの拡大および安定性をはかるためには、さらなる再生ジッタ低下をはかる必要がある。

【0008】本発明は上記問題点を解決するもので、CAVモードでディスクの内外周全面においてアモルファスの記録マークを安定して形成することを実現する記録方法を提供することを目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明の記録方法は、ディスク半径方向の薄膜構成が異なる複数のゾーンにおいて、記録される入力波形をあらかじめ決められた波形に補正した後レーザー出力を変調して記録するものである。

【0010】また、前記記録方法を実現する装置として、レーザースポットがどのゾーンに位置するかを検出して、前記記録波形補正をゾーンに応じて切り換える記録装置を提案する。

#### 【0011】

【作用】ゾーンに応じて記録波形を最適化することで、内周から外周までマーク歪の少ない記録が可能となる。

#### 【0012】

【実施例】以下、図面を用いて本発明を説明する。

【0013】まず、本実施例で採用した具体的な記録波形の形状を図1に示す。（a）はEFM（Eight to Fourteen Modulation）信号の入力波形の一例である。EFM変調は3Tから11Tの間の9種類の長さの信号の組合せによってデータを変調するものでここでいうTとはクロックのことである。

（b）は（a）の入力波形を記録する場合の記録波形Bであり、（a）の入力波形より各入力波形で1.5Tずつ先頭部分を削ったものである。（c）は（a）の入力波形を記録する場合の記録波形Cであり、（a）の入力波形より各入力波形で1.75Tずつ先頭部分を削ったものである。（d）は（a）の入力波形を記録する場合のマルチパルス記録波形Dであり、短パルス列中の先頭パルスの幅は1.5T、後続パルスの幅および間隔はどちらも0.5Tである。（e）は前記記録波形Dより短パルス列中の先頭パルス幅を1.5Tと同じくし後続パルス幅を0.75Tと広くした記録波形Eである。

（f）は前記記録波形Dより後続パルス列中の最後部のパルスのみを0.75Tと広くした記録波形Fである。

【0014】図2をもつて本実施例で用いたディスクの構造について説明する。誘電体層、記録層、反射層は真空蒸着、またはスパッタリングなどの方法で、透明基板上に形成する。基板21上に、第1の誘電体22、記録層23、第2の誘電体層24、反射層25を順次設ける。さらにその上に透明な密着した保護層26を設ける。なお、図2ではディスク半径方向の内周ゾーン27と外周ゾーン28の2ゾーン構造であるが、ゾーンが3

つ以上の場合の光ディスクも作成できる。また、反射層25や保護層26のない構造の光ディスクもある。記録、再生を行うレーザー光は基板21側から入射される。

【0015】基板21の材質は、ガラス、石英、ポリカーボネート、あるいは、ポリメチルメタクリレートを使用できる。また基板は平滑な平板でも表面にトラッキングガイド用の溝状の凸凹があつてもよい。

【0016】保護層26としては樹脂を溶剤に溶かして塗布・乾燥したものや樹脂板を接着剤で接着したもの等が使える。

【0017】記録層23に用いる記録層材料としてはアモルファス・結晶間の相変化をするカルコゲン合金がよく使われており、例えばSbTe系、GeSbTe系、GeSbTeSe系、GeSbTePd系、TeGeSnAu系、AgSbTe系、GeTe系、GaSb系、InSe系、InSb系、InSbTe系、InSbSe系、InSbTeAg系等が使える。

【0018】記録層材料としてGeSbTeを用いた場合、特に $x$ GeTe + (1- $x$ ) Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> + ySb ( $0 < x \leq 1$ ,  $y \geq 0$ ) を満たす組成のものが書き換え型相変化光ディスクの材料として適している。このことに関しては、ジャパンニーズ・ジャーナル・オブ・アプライド・フィジックス 26 (1987年) 第61頁から第66頁 (Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 26 (1987) 61-66) に開示されている。

【0019】誘電体層22、24としてはSiO<sub>2</sub>、SiO、TiO<sub>2</sub>、MgO、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、GeO<sub>2</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、BN、AlN、SiC、ZnS、ZnSe、ZnTe、PbS等あるいはこれらの混合物が使える。

【0020】反射層25としてはAu、Al、Cu、Cr、Ni、Ti等の金属材料を主成分とした材料あるいはこれらの混合物、さらには所定の波長における反射率の大きな誘電体多層膜等が使える。

【0021】本願発明の記録方法を用いるディスクの特徴は、内外周のゾーンにおいて薄膜構成が異なることがある。例えば内周より外周ゾーンにおいて結晶化速度を速くしたディスクである。CAVモードで光ディスクを回転させた場合、線速度の大きい外周では消去率の低下がおこり、逆に線速度の小さい内周で充分な大きさの記録マークが形成できなかったりあるいはマーク歪が生じる場合があり再生ジッタの原因となっていた。しかし、記録層の結晶化速度を外周ほど大きくすることにより内外周における消去率をほぼ同等にできた。結晶化速度を変化させるには、GeSbTe系記録層においてはSb量を変化させる、あるいはさらに第4の元素を添加することにより可能であった。例えば、 $x$ GeTe + (1- $x$ ) Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> ( $0 < x \leq 1$ ) で表される組成にさら

にSbを添加すれば結晶化速度は遅くなる。さらに、GeSbTeの3元系にAg、Cu、Co、Ti、Pd、Au、Bi、Se、Sn、Pt、Niを添加しても結晶化速度は遅くできる。さらには、反射層の厚膜化、記録層の薄膜化および反射層側誘電体層の薄膜化は記録層の冷却速度を高めることができ、結果として内周において良好なアモルファスマークが形成できジッタが小さくなる。

【0022】本願発明ではこれらのディスクに対して、一つの記録マークを形成するための記録波形を複数のゾーンにおいて、そのゾーン毎に記録レーザー光波形を補正し、その記録波形補正をゾーンに応じて切り換える記録装置を提案することで、内周から外周までマーク歪がより少ない記録を可能にすることを特徴とするものである。

【0023】以下、具体的な実施例をもって本発明をさらに詳細に説明する。

(実施例1) 反射層厚を内外周でCAVモードに対して最適化したディスクのゾーン毎で、記録波形を図1の記録波形B、Cと変えた場合すなわち、単パルス長を変化させた場合について説明する。図7にそのディスクの構造を示す。反射層厚を内外周ゾーンで変えたディスクは、Φ130mmのポリカーボネート製信号記録用トラックを持つ基板を用いた。このディスクにおいては半径22mm以上40mm未満を内周ゾーン、半径40mm以上58mm以下を外周ゾーンとした。前記基板上に第1の誘電体層としてZnS-SiO<sub>2</sub>混合膜を厚さ1300Åスパッタリングにより形成した。記録層組成はGe<sub>21.6</sub>Sb<sub>24.3</sub>Te<sub>54.1</sub>; (2GeTe + Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> + 0.25Sb) とし、記録層を250Å、第2の誘電体層としてZnS-SiO<sub>2</sub>混合膜を厚さ200Å形成した。反射層はまずAl膜を1250Å形成したのち、図3に示す様な内周部のみ穴のあいているマスク31を用いて内周部にAl膜を750Åスパッタリングにより成膜を行った。すなわち、外周ゾーン、内周ゾーンでのそれぞれの反射層厚は1250Å、2000Åとしたのである。そしてその上にポリカーボネートの保護層を設けた。

【0024】また、誘電体層厚、記録層厚を内外周ゾーンで変えたディスクを作製する場合には、膜厚を変える層をスパッタリングする場合に図3の内周部スパッタ用マスク31あるいは図4の外周部スパッタ用マスク41を用いて膜厚を制御し形成すればよい。また、記録層組成を内外周ゾーンで変えたディスクを作製する場合にも前記マスク31、41を用いればよい。

【0025】上記の光ディスクの評価条件は、レーザー光の波長が780nm、記録装置の記録再生に用いる光学ヘッドの対物レンズのNAを0.55、ディスク回転数1000rpm、EFM信号を最短マーク長が常に0.90μmとなるようにクロックTを変えて1ビーム

オーバーライトにより100回記録し、3T再生信号のゼロクロス点のジッタ値： $\sigma/T_w$ （%）を半径2.3、3.0、3.7、4.3、5.0、5.7mmの位置で測定した。ここで $\sigma$ はジッタの標準偏差、 $T_w$ は検出系のウインドウ幅である。前記半径でのそれぞれの線速度は、内周側から約2.4、3.1、3.9、4.5、5.2、6.0m/sである。それぞれのディスク、それぞれのゾーンについて、信号の記録は記録マーク長が0.9μmとなる單一周波数を記録したとき、C/Nが飽和する記録パワーとその信号を消去した場合に消去率が-20dBを越えるパワーマージンの中央値のパワーを設定した。

【0026】ここで、本発明の光ディスク装置について図5を用いて説明する。光ディスク51はスピンドルモーター52に取り付けられ、一定の回転数で回転している。光学ヘッド53は半導体レーザーを光源とし、コリ\*

\* メータレンズ、対物レンズ等により光ディスク上にレーザースポットを形成する。半導体レーザーはレーザー駆動回路54により駆動されるが、信号を記録する場合には入力信号は波形補正回路A55、波形補正回路B56のいずれかの回路により波形補正されたのち、レーザー駆動回路54へ入力される。

【0027】本装置は信号を記録する場合に、最初にレーザースポットを光ディスク51上に照射して信号トラックに予め設けられたアドレス信号をアドレス再生回路57で判読し、スイッチ59により波形補正手段を選択する。

【0028】それぞれの記録波形によるそれぞれの半径とジッタとの関係を（表1）に示す。

【0029】

【表1】

記録波形	各々の半径におけるジッタ値（%）					
	内周ゾーン			外周ゾーン		
	23mm	30mm	37mm	43mm	50mm	57mm
1 内外周：記録波形B	22.7	21.4	20.5	18.7	17.7	17.7
2 内外周：記録波形C	16.7	16.4	15.5	16.3	17.7	18.3
3 内周：記録波形C 外周：記録波形B	16.7	16.4	15.5	14.6	15.7	15.2

【0030】（表1）から、記録波形Bをもちいた場合には内周部では熱のこもりのため、良好な記録マークが形成されておらずジッタが非常に悪くなっている。一方、外周部ではレーザーパワーが内周部に比べて適正で、内周部より良いジッタ値であった。

【0031】記録波形Cをもちいた場合には内周部で熱のこもりが記録波形Bの場合より小さくマーク歪みも小さいため、ジッタが記録波形Bの場合よりよくなっている。一方、外周部では記録波形Bの場合よりレーザーパワーが不足しており、前後対称な記録マークが形成されていないためジッタ値が悪くなっている。

【0032】一方、本願発明による内周で記録波形Cを外周で記録波形Bを用いた場合には、前記の様にそれぞれのゾーンにおいて記録波形が改良されているため比較的良好な記録マークが形成できジッタ値が小さくなる。

【0033】以上のようにゾーン毎に記録波形を補正することによりディスク全面でジッタの小さい記録が可能となる。

※【0034】なお、本実施例では波形補正手段として2つの波形補正回路を用いたが、さらに異なる種類の複数の補正手段を用いてもよい。

【0035】（実施例2）反射層厚を内外周でCAVモードに対して最適化したディスクのゾーン毎で、図1の記録波形Dの先頭パルス幅を変化する場合について説明する。

【0036】ディスクは実施例1と同じものを用いた。本実施例で用いた記録波形は次の2種類である。すなわち、図1の記録波形Dと、記録マーク間隔（入力波形が0の間隔）が3Tの場合にのみその次にくる記録マークを形成するためのマルチパルスの先頭パルスのみを0.25T削り、記録マーク間隔が4T～11Tの場合には記録波形Dと同じであるという記録波形D2である。

【0037】それぞれの記録波形によるそれぞれの半径とジッタとの関係を（表2）に示す。

【0038】

【表2】

各々の半径におけるジッタ値 (%)								
			内周ゾーン			外周ゾーン		
マルチパルス波形			23mm	30mm	37mm	43mm	50mm	57mm
1	内外周：記録波形D	10.5	9.7	10.2		9.4	10.0	10.3
2	内外周：記録波形D2	9.8	9.5	10.2		10.5	11.8	12.9
3	内周：記録波形D2	9.8	9.5	10.2		9.4	10.0	10.3
	外周：記録波形D							

【0039】(表2)から、記録波形Dをもちいた場合には内周部で記録マーク間隔が小さいとき、ひとつ前の記録マークからの熱干渉により、記録マークが歪みジッタが悪くなる。一方、外周部ではレーザーパワーが適しており、内周部より良いジッタ値となる。

【0040】記録波形D2をもちいた場合には内周部でひとつ前の記録マークからの熱干渉が抑制され、マーク歪みも小さいためジッタが抑えられる。一方、外周部ではもともと熱干渉が小さいため、記録波形Dの場合よりレーザーパワー不足でマーク形状が歪んでおりジッタ値が悪くなっている。

【0041】一方、本願発明による内周で記録波形D2を外周で記録波形Dを用いた場合には、前記の様にそれぞれのゾーンにおいて記録波形が最適になっているため良好な記録マークが形成できジッタ値が小さくなる。

【0042】以上のようにゾーン毎に記録波形を補正することによりディスク全面でジッタの小さい記録が可能\*

\*となる。

【0043】なお、本実施例では波形補正手段として2つの波形補正回路を用いたが、さらに異なる種類の複数の補正手段を用いてもよい。

【0044】(実施例3)記録層組成を内外周でCAVモードに対して最適化したディスクのゾーン毎で、マルチパルス波形を変えた場合について説明する。

【0045】ディスクの作成方法は実施例1と同じである。記録層組成は外周ゾーンで $G_{e_{22.2}} S_{b_{22.2}} T_{e_{55.6}}$ ; ( $2G_e T_e + S_{b_2} T_{e_1}$ )、内周ゾーンで $G_{e_{21.1}} S_{b_{26.3}} T_{e_{52.6}}$ ; ( $2G_e T_e + S_{b_2} T_{e_3} + 0.5 S_b$ )とし、その他の層の膜厚および組成は実施例1と同じである。

【0046】それぞれのマルチパルス波形記録におけるそれぞれの半径とジッタとの関係を(表3)に示す。

【0047】

【表3】

各々の半径におけるジッタ値 (%)								
			内周ゾーン			外周ゾーン		
マルチパルス波形			23mm	30mm	37mm	43mm	50mm	57mm
1	内外周：記録波形D	10.2	7.0	9.9		11.2	8.0	9.7
2	内外周：記録波形E	12.0	9.0	10.5		9.8	8.0	9.0
3	内周：記録波形D	10.2	7.0	9.9		9.8	8.0	9.0
	外周：記録波形E							

【0048】(表3)から、記録波形Dをもちいた場合には内周部ではレーザーパワーが適しているため良好なジッタが得られる。一方、外周部では記録波形Dの後続の短パルス列でレーザーパワーが不足していたためマークの前部に比べ後部が細いという歪みが生じ、そのため内周部より少し劣るジッタ値となる。

【0049】記録波形Eをもちいた場合には内周部で熱のこもりが記録波形Dの場合より大きいためマークが歪みジッタが記録波形Dの場合より悪くなっている。一方、外周部では記録波形Dの場合よりレーザーパワーの不足が改善されて前後対称な記録マークが形成されさら

にジッタ値が小さくなっている。

【0050】一方、本願発明による内周で記録波形Dを外周で記録波形Eを用いた場合には、前記の様にそれぞれのゾーンにおいて記録波形が最適になっているため良好な記録マークが形成できジッタ値が小さくなる。

【0051】以上のようにゾーン毎に記録波形を補正することによりディスク全面でジッタの小さい記録が可能となる。

【0052】なお、本実施例では波形補正手段として2つの波形補正回路を用いたが、さらに異なる種類の複数の補正手段を用いてもよい。

11

【0053】なお、本実施例では  $xGeTe + (1-x)Sb_2Te_3 + ySb$  ( $y \geq 0$ )において  $x = 2/3$  の場合のみを示したが、 $x = 1/2$  を満たす記録層組成について、結晶化速度を外周ゾーンほど速くしたディスクでもマルチバルス波形を変えることでマルチバルスが内外周で同じ場合より良好なジッタ値が得られた。

【0054】(実施例4) 記録層が  $xGeTe + (1-x)Sb_2Te_3 + yAg$  ( $x = 2/3, y \geq 0$ ) を満たしディスクの内外周ゾーンでCAVモードに対してyの値を最適化したディスクのゾーン毎にマルチパルスを変えた場合を説明する。

\* 【0055】ディスクの作成方法は実施例1と同じである。記録層組成は外周ゾーンでGe<sub>1.2</sub> Sb<sub>2.1</sub> Te<sub>5.6</sub>; (2GeTe + Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>)、内周ゾーンでGe<sub>2.1</sub> Sb<sub>2.1</sub> Te<sub>5.6</sub> Ag<sub>5.2</sub>; (2GeTe + Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub> + 0.5Ag)とし、その他の層の膜厚および組成は実施例1と同じである。

【0056】それぞれのマルチパルス波形での記録におけるそれぞれの半径とジッタとの関係を(表4)に示す。

10 [0057]

【表4】

		各々の半径におけるジッタ値(%)					
		内周ゾーン			外周ゾーン		
マルチパルス波形	23mm	30mm	37mm	43mm	50mm	57mm	
1 内外周:記録波形D	10.1	9.6	11.3				
2 内外周:記録波形E	11.6	10.3	11.3	10.0	8.3	9.9	
3 内周:記録波形D	10.1	9.6	11.3	10.0	8.3	9.9	
外周:記録波形E							

【0058】(表4)から、記録波形Dを用いた場合には、外周部でも良好なジッタが得られてはいる。しかし、記録波形Eをもちいた場合、外周部では記録波形Dの場合よりレーザーパワーの不足が改善されて前後対称な記録マークが形成されさらにジッタ値が小さくなっている。一方、内周部では熱のこもりが記録波形Dの場合より大きいためマークが歪みジッタが少し悪くなっている。

【0059】本願発明による内周で記録波形Dを外周で記録波形Eを用いた場合には、前記の様にそれぞれのゾーンにおいて記録波形が最適になっているため良好な記録マークが形成できジッタ値が小さくなる。

【0060】以上のようにゾーン毎に記録波形を補正することによりディスク全面でジッタの小さい記録が可能となる。

【0061】また、Ag以外のCu、Co、Tl、Pd、Au、Bi、Se、Sn、Pt、Niを記録層に外※

※周ソーンほど多く添加した場合にも本実施例と同様の結果が得られた。

【0062】(実施例5)内、外周ゾーンでの反射膜厚をCAVモードに対して最適化したディスクのゾーン毎でマルチパルス波形を変えた場合を説明する。

【0063】ディスクの作製法は実施例1で説明したとおりである。本実施例で用いたディスクの構造を図7に示す。内周での反射層厚を2000Å、外周での反射層厚を1250Åとした。記録層組成はGe<sub>21</sub>、Sb<sub>24</sub>、Te<sub>54</sub>；(2GeTe+Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>+0.25Sb)とし、膜厚およびその他の層の膜構成は実施例1と同じとした。

【0064】それぞれのマルチパルス波形での記録におけるそれぞれの半径とジッタとの関係を(表5)に示す。

[0065]

【表5】

		各々の半径におけるジッタ値(%)					
		内周ゾーン			外周ゾーン		
	マルチパルス波形	23mm	30mm	37mm	43mm	50mm	57mm
1	内外周：記録波形D	10.5	9.7	10.2	9.8	11.3	12.0
2	内外周：記録波形E	11.6	10.3	10.5	9.4	10.0	10.3
3	内周：記録波形D	10.5	9.7	10.2	9.4	10.0	10.3
	外周：記録波形E						

【0066】(表5)から、記録波形Dをもちいた場合には内周部では良好なジッタが得られる。一方、外周部では記録波形Dの後続の短パルス列でレーザーパワーが不足していたためマークの前部に比べ後部が細いという歪みが生じ、そのため内周部より少し劣るジッタ値であった。

【0067】記録波形Eをもちいた場合には内周部で熱のこもりが記録波形Dの場合より大きいためマークが歪みジッタが少し悪くなっている。一方、外周部では記録波形Dの場合よりレーザーパワーの不足が改善されて前後対称な記録マークが形成されさらにジッタ値が小さくなつた。

【0068】一方、本願発明による内周で記録波形Dを外周で記録波形Eを用いた場合には、前記の様にそれぞれのゾーンにおいて記録波形が最適になっているため良好な記録マークが形成できジッタ値が小さくなる。

【0069】以上のようにゾーン毎に記録波形を補正す\*

各々の半径におけるジッタ値 (%)						
	内周ゾーン			外周ゾーン		
マルチパルス波形	23mm	30mm	37mm	43mm	50mm	57mm
1 内外周:記録波形D	12.0	9.7	10.2	10.0	10.2	11.3
2 内外周:記録波形E	12.6	10.5	10.5	9.1	9.5	10.4
3 内周:記録波形D 外周:記録波形E	12.0	9.7	10.2	9.1	9.5	10.4

【0074】(表6)から、記録波形Dをもちいた場合には内周部では良好なジッタが得られる。一方、外周部では記録波形Dの後続の短パルス列でレーザーパワーが不足していたためマークの前部に比べ後部が細いという歪みが生じ、そのため内周部より少し劣るジッタ値であった。

【0075】記録波形Eをもちいた場合には内周部で熱のこもりが記録波形Dの場合より大きいためマークが歪みジッタが少し悪くなっている。一方、外周部では記録波形Dの場合よりレーザーパワーの不足が改善されて前後対称な記録マークが形成されさらにジッタ値が小さくなつた。

【0076】一方、本願発明による内周で記録波形Dを外周で記録波形Eを用いた場合には、前記の様にそれぞれのゾーンにおいて記録波形が最適になっているため良好な記録マークが形成できジッタ値が小さくなる。

【0077】以上のようにゾーン毎に記録波形を補正す\*

\*ることによりディスク全面でジッタの小さい記録が可能となる。

【0070】(実施例6)内、外周ゾーンでの第2の誘電体層厚をCAVモードに対して最適化したディスクのゾーン毎でマルチパルス波形を変えた場合を説明する。

【0071】ディスクの作製法は実施例1で説明したとおりである。本実施例で用いたディスクの構造を図8に示す。内周での第2の誘電体層厚を170Å、外周での第2の誘電体層厚を230Åとした。記録層組成はGe<sub>21</sub>, Sb<sub>24</sub>, Te<sub>54</sub>; (2GeTe + Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> + 0.25Sb)とし膜厚およびその他の層の膜構成は実施例1と同じとした。

【0072】それぞれのマルチパルス波形での記録におけるそれぞれの半径とジッタとの関係を(表6)に示す。

【0073】

【表6】

※ることによりディスク全面でジッタの小さい記録が可能となる。

【0078】(実施例7)内、外周ゾーンでの記録膜厚をCAVモードに対して最適化したディスクのゾーン毎でマルチパルス波形を変えた場合を説明する。

【0079】ディスクの作製法は実施例1で説明したとおりである。本実施例で用いたディスクの構造を図10に示す。内周での記録膜厚を200Å、外周での反射層厚を300Åとした。記録層組成はGe<sub>21</sub>, Sb<sub>24</sub>, Te<sub>54</sub>; (2GeTe + Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> + 0.25Sb)とし、膜厚およびその他の層の膜構成は実施例1と同じとした。

【0080】それぞれのマルチパルス波形での記録におけるそれぞれの半径とジッタとの関係を(表7)に示す。

【0081】

【表7】

各々の半径におけるジッタ値 (%)								
内周ゾーン			外周ゾーン					
マルチパルス波形	23mm	30mm	37mm	43mm	50mm	57mm		
1 内外周：記録波形D	10.9	10.3	9.9	9.9	11.1	11.7		
2 内外周：記録波形E	11.6	10.5	10.7	9.8	10.1	10.7		
3 内周：記録波形D 外周：記録波形E	10.9	10.3	9.9	9.8	10.1	10.7		

【0082】(表7)から、記録波形Dをもちいた場合には内周部では良好なジッタが得られる。一方、外周部では記録波形Dの後続の短パルス列でレーザーパワーが不足していたためマークの前部に比べ後部が細いという歪みが生じ、そのため内周部より少し劣るジッタ値であった。

【0083】記録波形Eをもちいた場合には内周部で熱のこもりが記録波形Dの場合より大きいためマークが歪みジッタが少し悪くなっている。一方、外周部では記録波形Dの場合よりレーザーパワーの不足が改善されて前後対称な記録マークが形成されさらにジッタ値が小さくなつた。

【0084】一方、本願発明による内周で記録波形Dを外周で記録波形Eを用いた場合には、前記の様にそれぞれのゾーンにおいて記録波形が最適になっているため良\*

\* 好な記録マークが形成できジッタ値が小さくなる。

【0085】以上のようにゾーン毎に記録波形を補正することによりディスク全面でジッタの小さい記録が可能となる。

【0086】(実施例8)反射層厚を内外周でCAVモードに対して最適化したディスクのゾーン毎で、後続パルス列の最後尾のパルス幅のみを変化させた場合について説明する。

20 【0087】ディスクは実施例1と同じものを用いた。本実施例で用いた記録波形は、図1の記録波形Dと記録波形Eである。

【0088】それぞれの記録波形によるそれぞれの半径とジッタとの関係を(表8)に示す。

【0089】

【表8】

各々の半径におけるジッタ値 (%)								
内周ゾーン			外周ゾーン					
マルチパルス波形	23mm	30mm	37mm	43mm	50mm	57mm		
1 内外周：記録波形D	10.5	9.7	10.2	9.8	11.3	12.0		
2 内外周：記録波形F	11.2	10.6	10.6	9.4	10.2	11.0		
3 内周：記録波形D 外周：記録波形F	10.5	9.7	10.2	9.4	10.2	11.0		

【0090】(表8)から、記録波形Dをもちいた場合には内周部では良好なジッタが得られる。一方、外周部では記録波形Dの後続の短パルス列でレーザーパワーが不足していたためマークの前部に比べ後部が細いという歪みが生じ、そのため内周部より少し劣るジッタ値であった。

【0091】記録波形Fをもちいた場合には内周部で熱のこもりが記録波形Dの場合より大きいためマークが歪みジッタが少し悪くなっている。一方、外周部では記録波形Dの場合よりレーザーパワーの不足が改善されて前後対称な記録マークが形成されさらにジッタ値が小さくなつた。

【0092】一方、本願発明による内周で記録波形Dを

40 外周で記録波形Fを用いた場合には、前記の様にそれぞれのゾーンにおいて記録波形が最適になっているため良好な記録マークが形成できジッタ値が小さくなる。

【0093】以上のようにゾーン毎に記録波形を補正することによりディスク全面でジッタの小さい記録が可能となる。

【0094】なお、本実施例では波形補正手段として2つの波形補正回路を用いたが、さらに異なる種類の複数の補正手段を用いてもよい。

【0095】

【発明の効果】以上のように、マルチパルス記録波形をゾーン毎に変えることによってもマーク歪を抑制することができ、良好な再生ジッタ特性が得られる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は記録するデジタル信号波形の図

(b)は単パルス記録波形Bの図

(c)は単パルス記録波形Cの図

(d)はマルチパルス記録波形Dの図

(e)はマルチパルス記録波形Eの図

(f)はマルチパルス記録波形Fの図

【図2】本発明の代表的な光ディスクの構造図

【図3】本発明の光ディスクの製造装置の図

【図4】本発明の光ディスクの製造装置の図

【図5】本発明の記録装置の説明図

【図6】本発明の第1の実施例における光ディスクの構造図

【図7】本発明の第3の実施例における光ディスクの構造図

【図8】本発明の第4の実施例における光ディスクの構造図

【図9】本発明の第5の実施例における光ディスクの構造図

## 【符号の説明】

21 基板

22 第1の誘電体層

\* 23 記録層

24 第2の誘電体層

25 反射層

26 保護層

27 内周ゾーン

28 外周ゾーン

31 内周部スパッタ用マスク

32 ターゲット1

41 外周部スパッタ用マスク

10 42 ターゲット2

51 光ディスク

52 スピンドルモーター

53 光学ヘッド

54 レーザー駆動回路

55 波形補正回路A

56 波形補正回路B

57 アドレス再生回路

58 システムコントローラー

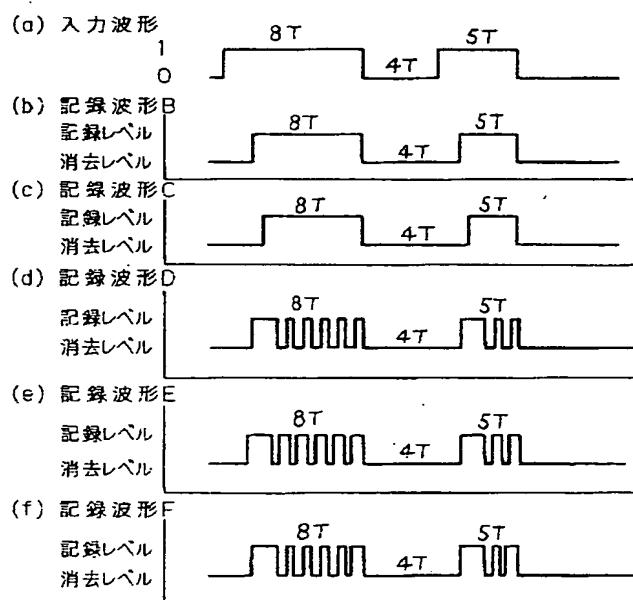
59 スイッチ

20 60 トラッキング制御回路

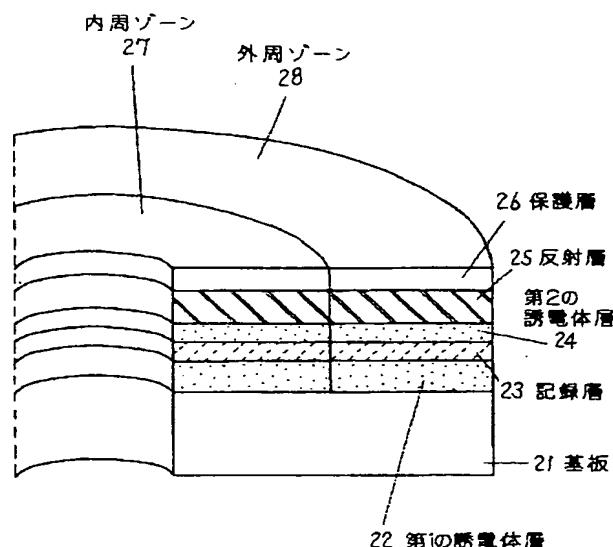
61 記録層2

\* 71 記録層3

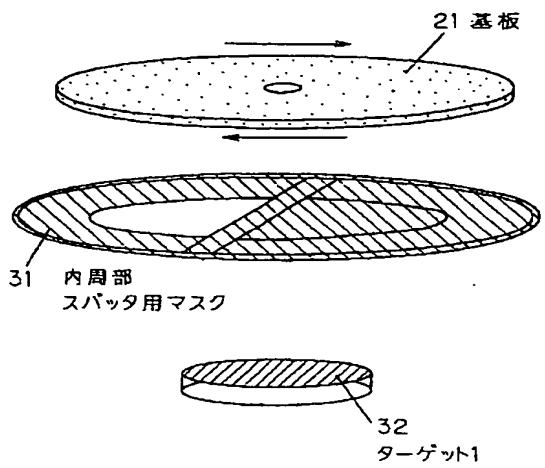
【図1】



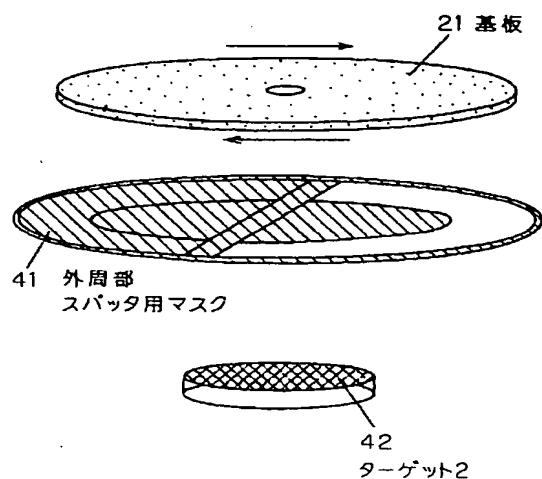
【図2】



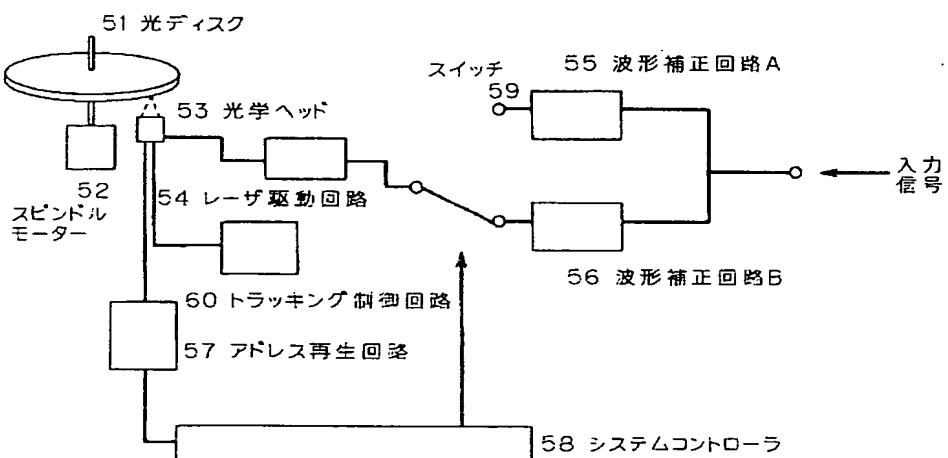
【図3】



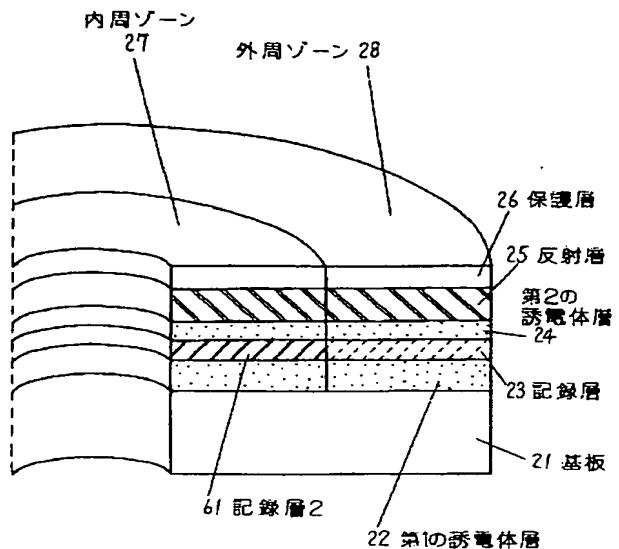
【図4】



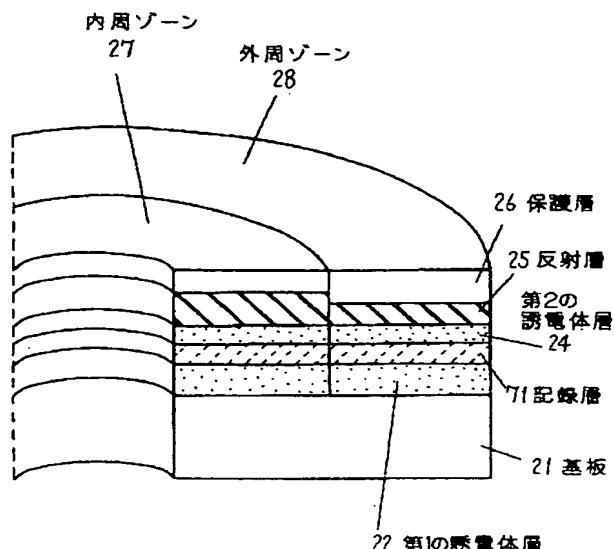
【図5】



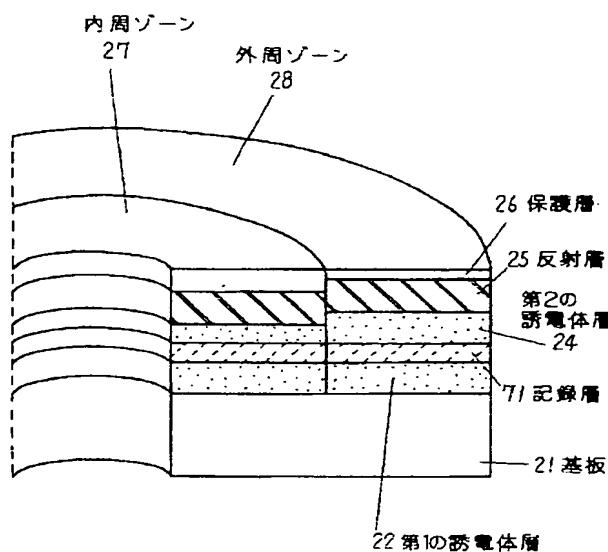
【図6】



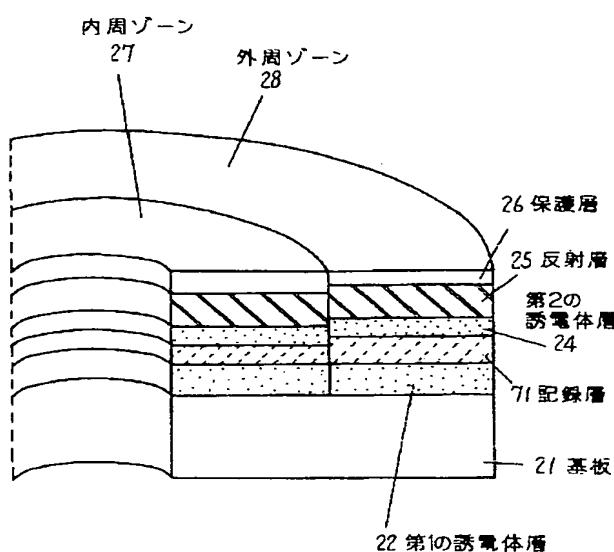
【図7】



【図8】



【図9】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**